

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

PT. PLN (Persero) merupakan perusahaan milik negara yang berwenang untuk memenuhi kebutuhan listrik di Indonesia, memegang peranan yang sangat penting dalam menjamin kualitas kelistrikan dan memberikan pelayanan terbaik mulai dari penyediaan daya listrik, penyaluran dari pusat pembangkit hingga pendistribusiannya ke pihak pelanggan.

Dalam penyaluran tersedianya pasokan energi listrik diperlukan Gardu Induk yang mampu berjalan dengan baik. Dimana fungsi Gardu Induk dalam sistem tenaga yaitu mentransformasikan daya listrik dari tegangan tinggi ke tegangan menengah atau sebaliknya dari tegangan menengah ke tegangan tinggi. Di dalam Gardu Induk terdapat banyak bagian-bagian yang membantu kinerja untuk penyaluran energi salah satunya adalah kapasitor bank.

Kapasitor bank berfungsi untuk menyediakan daya reaktif yang digunakan untuk mengkompensasikan kekurangan daya reaktif pada sistem tenaga listrik. Hasil kompensasi daya reaktif ini juga memperkecil jatuh tegangan atau memperbaiki profil tegangan, selain itu mengurangi rugi-rugi dan meningkatkan faktor daya.

Daya reaktif dibutuhkan ketika generator terhubung dengan beban induktif seperti motor listrik, transformator dan juga reaktansi pada konduktor saluran transmisi serta distribusi.

Selain kapasitor bank merupakan komponen yang sangat penting dalam sistem tenaga listrik, namun penyediaan daya reaktif menggunakan kapasitor bank dapat menimbulkan gejala transien berupa arus *inrush* yang tinggi dan osilasi saat *switching* kapasitor bank ke sistem. Kejadian transien tersebut dapat membahayakan peralatan listrik selain itu juga dapat berdampak pada tegangan. Kejadian *switching* kapasitor bank dapat menyebabkan tegangan lebih yang dapat mempengaruhi daya. Permasalahan kualitas daya listrik disebabkan oleh fenomena-fenomena elektromagnetik yang terjadi pada sistem tenaga listrik. Gejala elektromagnetik yang menyebabkan permasalahan kualitas daya salah satunya adalah gejala peralihan (transien), yaitu suatu gejala perubahan tegangan, arus dan lain-lain yang terjadi selama masa transisi dari keadaan mantap (*steady state*) menjadi keadaan yang lain.

Secara umum kenaikan tegangan saat operasi *switching* pada kapasitor bank dapat mencapai beberapa kali nilai dari batas standar. Peralatan listrik hanya dapat bertahan sebentar bila mendapatkan besar kenaikan tegangan berulang kali, maka isolasi dari peralatan akan melemah dan kemungkinan terjadi *breakdown*. Apabila hal ini terjadi maka dapat membahayakan peralatan. Arus *inrush* ini dapat direduksi dengan menggunakan reaktor dengan nilai induktansi yang sesuai dengan kapasitor bank.

Beberapa penelitian yang telah dilakukan mengenai arus *inrush* saat *switching* kapasitor bank. Pertama, Mohammad Adif yang diterbitkan dalam Jurnal Mahasiswa TEUB, Vol.2, No.5, tahun 2014 melakukan penelitian dengan judul “Analisis arus *inrush* saat *switching* kapasitor bank di Gardu Induk (GI) Manisrejo Madiun”. Pada penelitian ini saat *switching* kapasitor bank terjadi lonjakan arus

atau arus inrush dan frekuensi osilasi pada setiap step pemasukan kapasitor bank. Besar arus inrush dan frekuensi pada setiap step yakni, step 1 = 35.634,77 A, 0,63256 kHz; step 2 = 695.716,00 A, 219.8 kHz; step 3 = 9.721.846,50 A, 20,69 kHz; step 4 = 129.453.363,10 A, 1,649 kHz; step 5 = $1,244259 \cdot 10^{10}$ A, 0,1258 kHz.

Kedua, penelitian yang dilakukan oleh Fitriyanti Mayasari yang terbitkan dalam *Jurnal Ilmiah "Elektrikal Enjiniring" UNHAS*, Vol.7, No.1, bulan Januari-April, tahun 2009 dengan pembahasan analisis *transient* akibat pengaruh *switching* kapasitor bank dan metode penanggulangannya. Pada penelitian ini tegangan transient disebabkan oleh petir, proses *switching* dan gangguan yang terjadi dalam sistem tenaga, besaran transien ini tergantung dari timbulnya, nilai maksimumnya, bentuk gelombang dan frekuensi yang terjadi pada sistem tenaga. Akibatnya adalah kerusakan pada peralatan konsumen, kerusakan pada masalah operasi, mempercepat *lifetime* peralatan dan kerusakan mendadak peralatan.

Ketiga, penelitian yang dilakukan oleh Hendik Eko HS, Yahya Chusna Arif, dan Indhana Sudiharto yang berjudul "*Teknik pengurangan arus inrush dan pengurangan harmonisa pada kapasitor bank untuk beban non linier*", dengan hasil pembahasan kapasitor bank disamping memperbaiki *power factor* tetapi juga menimbulkan gangguan kualitas daya yang lain yaitu gangguan osilatory transien pada saat *switching* kapasitor dan gangguan resonansi bila sistem mengandung harmonisa. Gangguan-gangguan ini dapat merusak peralatan. Arus *inrush* kapasitor sangat besar bisa mencapai 40 sampai 250 kali I nominal, sehingga perlu dikurangi supaya gangguan transien bisa diperkecil. Pengurangan yang paling sederhana adalah menggunakan *air coil* yang akan menurunkan arus *inrush* hingga 1/4 nya

bila dibandingkan dengan tanpa *air coil* atau kalau sistem mengandung harmonisa penggunaan *filter* bisa menurunkan arus *inrush*.

Dari beberapa penelitian yang pernah dilakukan mengenai arus *inrush*, gejala transien, dan *switching* kapasitor bank, penulis memutuskan mengangkat topik untuk menganalisis seberapa besar arus *inrush*, frekuensi, dan perubahan arus *inrush* yang terjadi pada saat *switching* kapasitor bank.

1.2. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dijabarkan, maka dapat dijabarkan permasalahan sebagai berikut:

1. Penyediaan daya reaktif menggunakan kapasitor bank dapat menimbulkan gejala transien berupa arus *inrush* yang tinggi dan osilasi saat *switching* kapasitor bank ke sistem.
2. *Switching* kapasitor bank dapat menyebabkan arus *inrush* yang dapat merusak peralatan.
3. Arus *inrush* ini dapat direduksi dengan menggunakan reaktor dengan nilai induktansi yang sesuai dengan kapasitor bank.

1.3. Pembatasan Masalah

Untuk memfokuskan pembahasan dalam penelitian ini, maka dibatasi pada ruang lingkup penelitian yaitu:

1. Objek yang akan dianalisis di PT. PLN (Persero) Gardu Induk Gandul yang terletak di Jalan PLN No.30, Gandul, Cinere, Kota Depok, Jawa Barat.

2. Analisis yang dilakukan besar nilai arus *inrush*, dan frekuensi yang terjadi pada saat *switching* kapasitor bank pada busbar 2.
3. Data pengukuran yang diambil seberapa besar dan seberapa sering arus *inrush* terjadi.
4. Penelitian ini hanya dibatasi menggunakan kapasitor bank berjumlah 6 di busbar 2.
5. Penelitian ini juga membatasi teknik pengurangan arus *inrush* sesuai standar IEEE C37.012-2005.
6. Penelitian ini menggunakan metode penelitian penelitian dengan desain *pre-experimental* yang digunakan adalah *one-group pretest-posttest design*

1.4. Perumusan Masalah

Dari masalah yang telah diidentifikasi sebelumnya, maka perumusan masalah penelitian ini adalah:

1. Bagaimana menganalisis arus *inrush* pada saat *switching* kapasitor bank?
2. Seberapa besar nilai arus *inrush* yang terjadi pada saat *switching* kapasitor bank sebelum dan sesudah penambahan reaktor seri sesuai standar IEEE C37.012-2005?
3. Seberapa besar nilai frekuensi yang terjadi pada saat *switching* kapasitor bank sebelum dan sesudah penambahan reaktor seri?

1.5. Tujuan Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah tersebut, maka dapat disusun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui seberapa besar nilai arus *inrush*, dan frekuensi yang terjadi pada saat *switching* kapasitor bank berdasarkan perhitungan.

1.6. Kegunaan Penelitian

Berdasarkan tujuan tersebut, maka manfaat yang diharapkan dari hasil penelitian adalah:

1. Dari segi keilmuan, hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan tindakan preventif jika terjadi arus *inrush* pada saat *switching* kapasitor bank dan penanggulangannya dengan melakukan pengamatan, pengukuran dan perhitungan.
2. Dari segi praktis, hasil penelitian ini dapat dijadikan referensi di bidang kelistrikan khususnya pada kapasitor bank.